



VAI TRÒ CỦA HỆ THỐNG LƯU TRỮ (ESS) TRONG TÍCH HỢP NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO (NLTT) VÀO HỆ THỐNG ĐIỆN

Người trình bày: PGS.TS. Nguyễn Đức Tuyên

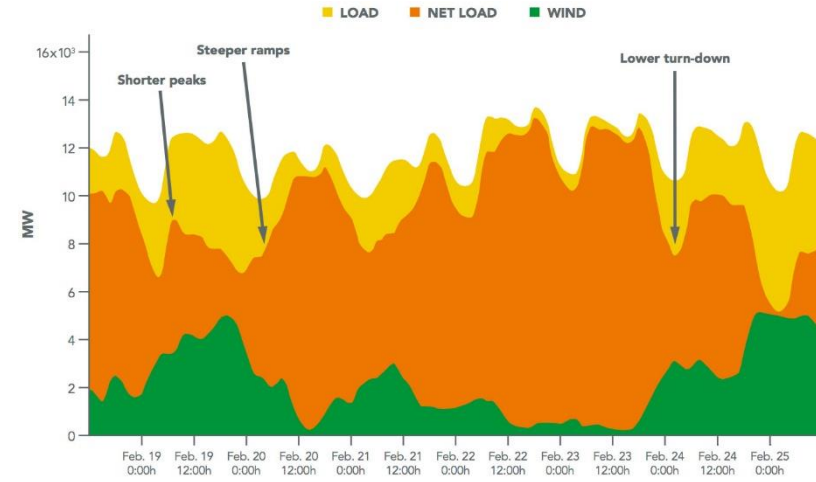
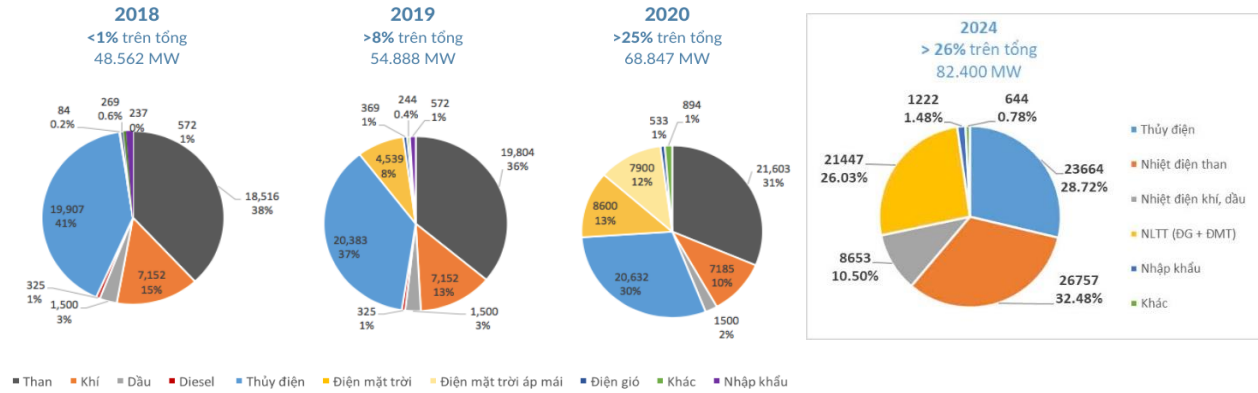
tuyen.nguyenduc@hust.edu.vn

NỘI DUNG

1. Vai trò của Hệ thống tích trữ năng lượng
2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng
3. Kinh nghiệm quốc tế
4. Bối cảnh Việt Nam
5. Các bước đi cần thiết



1. Vai trò của Hệ thống tích trữ năng lượng

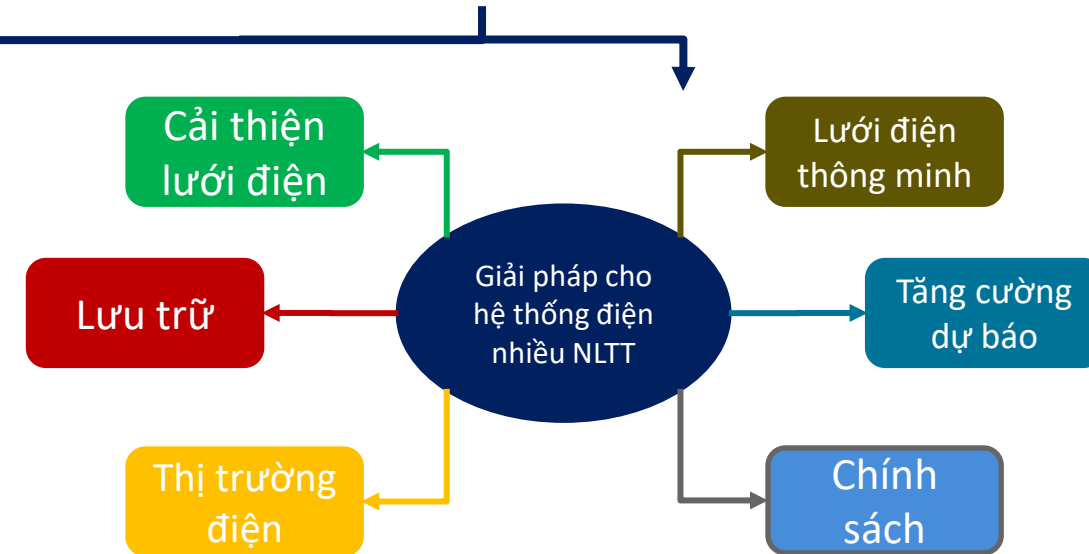


Sự bùng nổ của NLTT tại Việt Nam

Nhiều vấn đề về lưới điện nảy sinh



Lưu trữ năng lượng được chứng minh từ kinh nghiệm quốc tế là một giải pháp tốt cho vấn đề tỷ trọng NLTT cao, quy hoạch điện 8 dự kiến 2,7GW lưu trữ năm 2030 và 20,6-45,5GW năm 2050



Giải pháp cho hệ thống điện nhiều nguồn NLTT

Tài chính (Financial) - **Chính sách** (Policy)

Vượt Rào cản (Overcome barriers)

2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng

“BẢN CHẤT CÔNG NGHỆ CỦA CÁC LOẠI HÌNH LƯU TRỮ QUYẾT ĐỊNH TÍNH ỨNG DỤNG”

Loại công nghệ lưu trữ



Cơ (bánh đà, tích năng...)



Nhiệt (muối, nước...)



Điện (siêu tụ, siêu dẫn...)

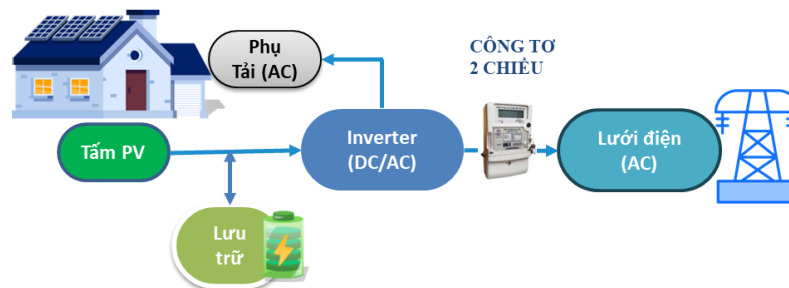


Điện hóa (ac quy, dòng chảy...)

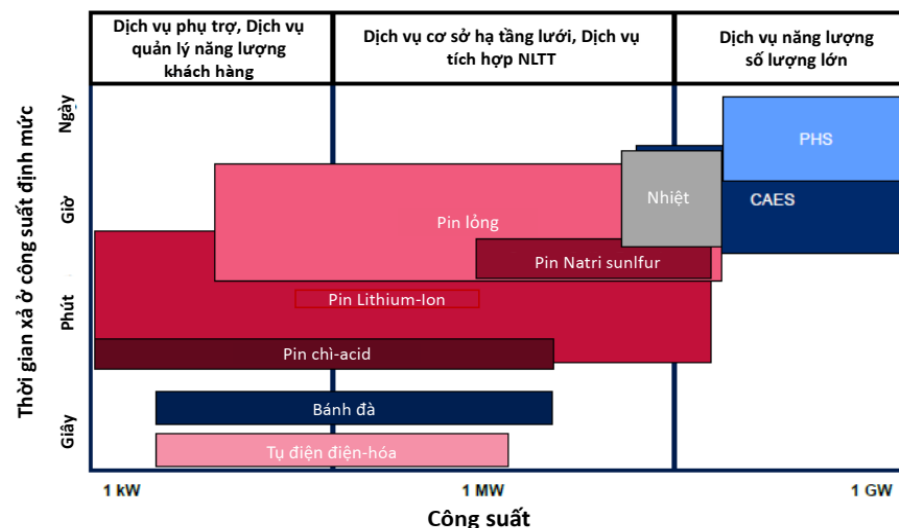


Hóa (Hydro H₂, NH₃)

Hiện tại đang có 5 loại công nghệ ESS



Ứng dụng quy mô hộ gia đình: hệ thống lưu trữ ac quy cho điện mặt trời áp mái



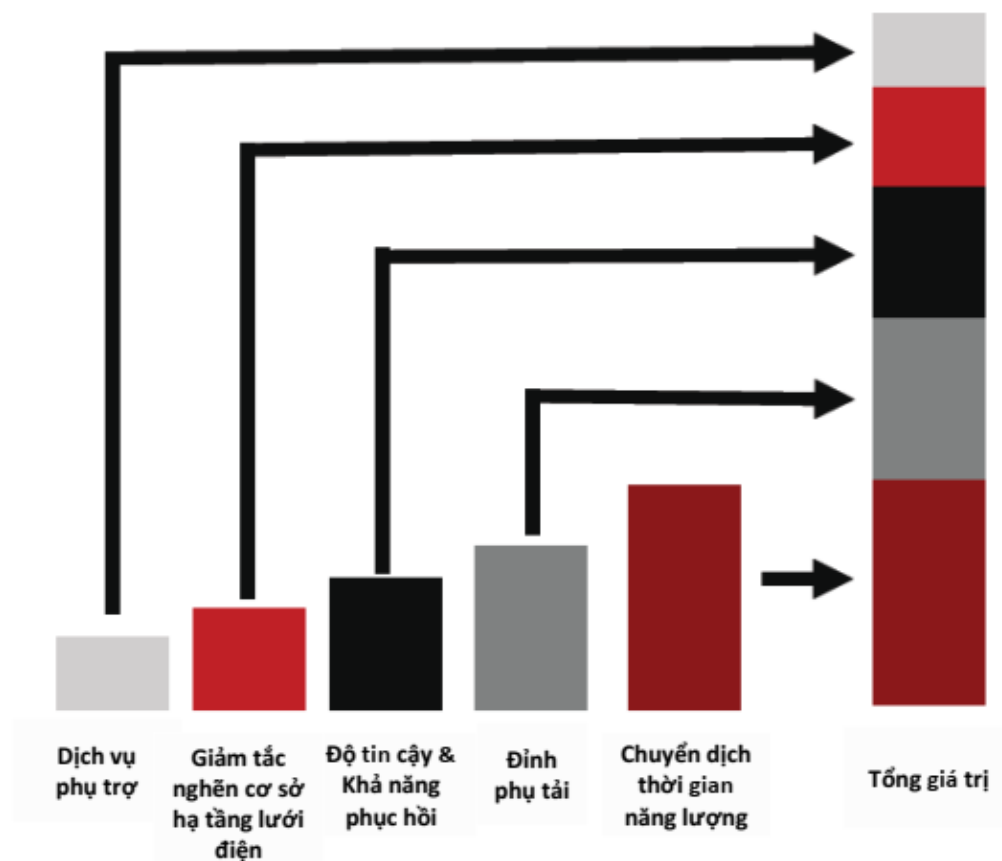
Ứng dụng quy mô lưới điện: đánh giá công suất và thời lượng của các công nghệ lưu trữ khác nhau

Micro-to-Macro

- Dịch vụ lưới lớn
- Dịch vụ phụ trợ
- Dịch vụ cơ sở hạ tầng truyền tải và phân phối
- Tích hợp năng lượng tái tạo
- Dịch vụ cho hộ phụ tải

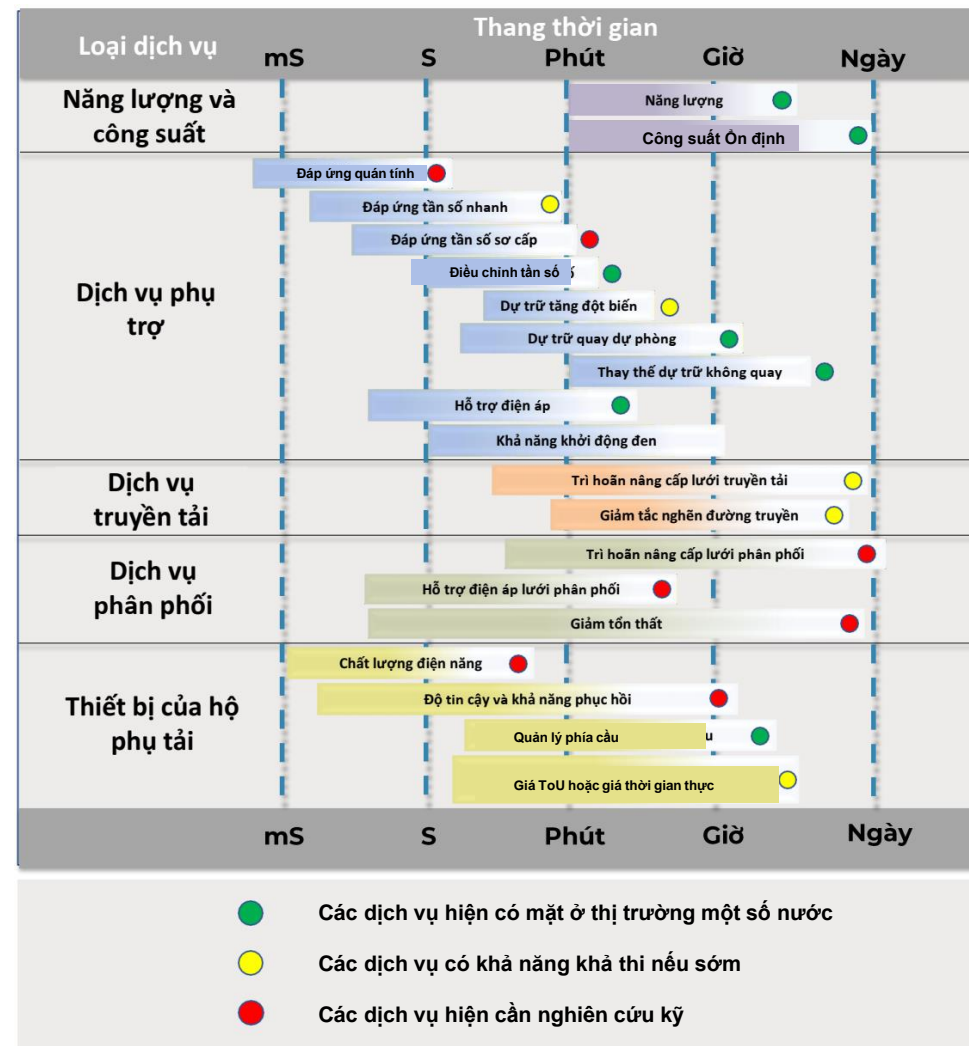
2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng

“LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG CÓ THỂ MANG LẠI LỢI THẾ KINH TẾ ?”



Khái niệm “**Xếp chồng giá trị**”: việc triển khai lưu trữ có thể mang lại lợi ích kinh tế tổng thể với tổng giá trị cao đến từ các dịch vụ khác nhau được cung cấp

Các công nghệ lưu trữ dự kiến sẽ rẻ hơn nhiều trong những thập kỷ tới, khiến cơ hội đạt được **tổng giá trị xếp chồng cao**.

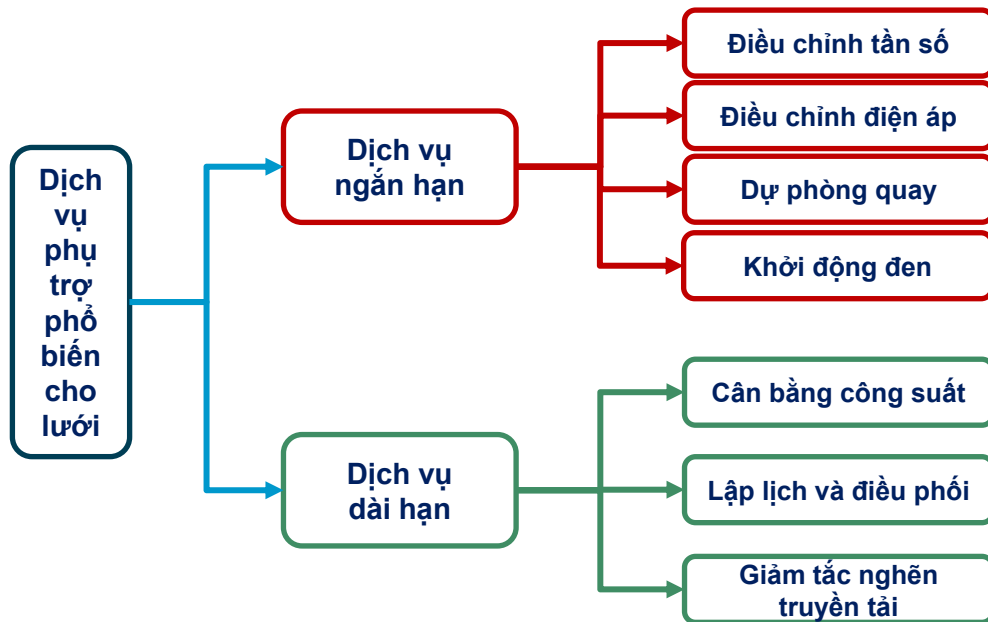


Tổng thể ứng dụng của ESS

2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng

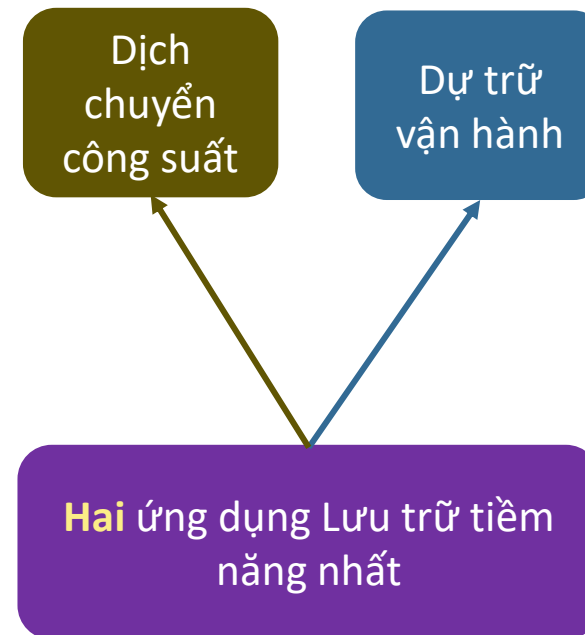
“DỊCH VỤ PHỤ TRỢ CHO LƯỚI LÀ MỘT LỢI ÍCH KỸ THUẬT QUAN TRỌNG CỦA TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG”

Dịch vụ phụ trợ là các dịch vụ cần thiết để hỗ trợ hệ thống truyền tải điện từ các nguồn điện đến tải tiêu thụ trong khi vẫn duy trì được độ tin cậy, độ ổn định và chất lượng của hệ thống



Lưu trữ năng lượng cung cấp dịch vụ phụ trợ giúp tăng tích hợp NLTT

- Lưu trữ có thể hỗ trợ tích hợp NLTT dựa trên:
 - (i) cung cấp dịch chuyển thời gian phát NLTT, giảm thiểu tiết giảm công suất;
 - (ii) ổn định công suất đầu ra NLTT và cải thiện huy động nhanh công suất các nguồn NLTT
- Trong thời điểm hiện tại, Lưu trữ phải cạnh tranh với các nguồn dịch vụ thay thế có thể rẻ hơn.



Khái niệm chênh lệch giá năng lượng (trong chuyển dịch công suất) (**arbitrage**) cũng là một trong những dịch vụ phụ trợ quan trọng.

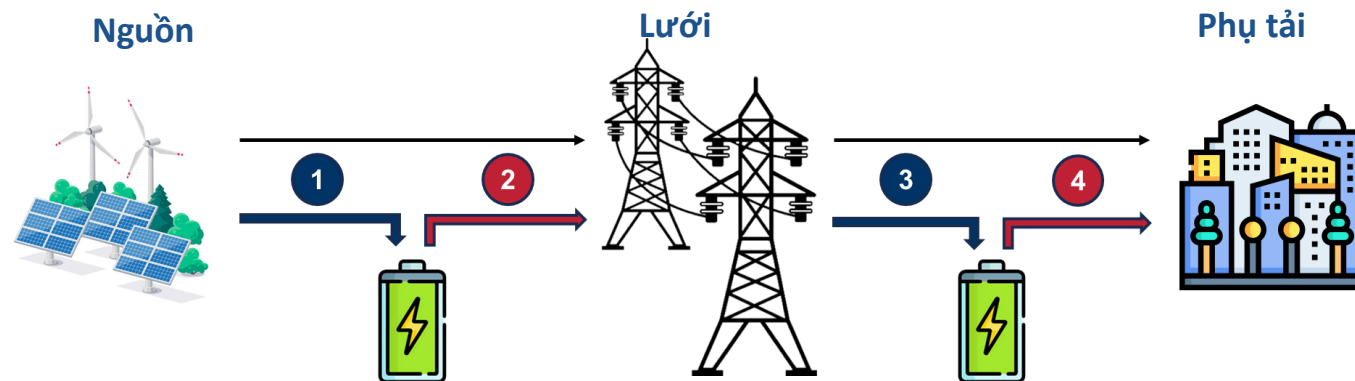
2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng

“ĐƯỜNG DÂY ĐIỆN ẢO”

Phương pháp phối hợp sạc, xả giữa hai hoặc nhiều BESS với nhau, truyền tải điện từ nguồn đến tải mà không thông qua hệ thống đường dây truyền tải thông thường

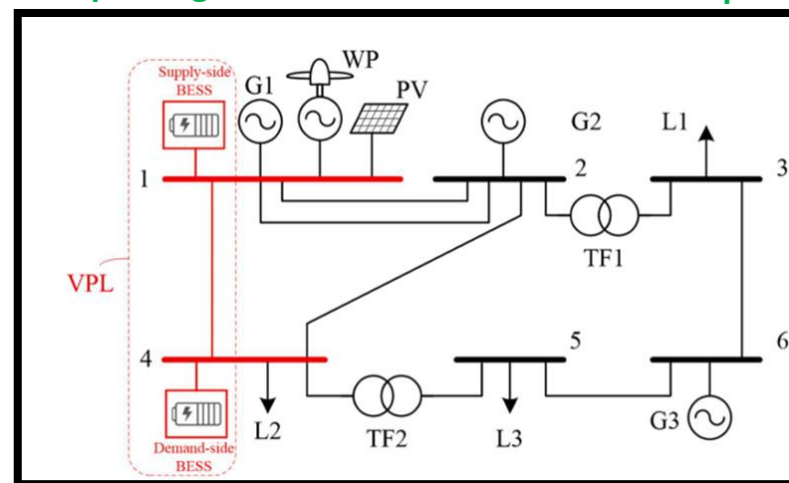
- Giảm thiểu cắt giảm NLTT khi tắc nghẽn truyền tải
- Trì hoãn hoặc thay thế việc nâng cấp lưới điện

- 1) **BESS phía nguồn: sạc** bằng các nguồn NLTT để tránh cắt giảm khi tắc nghẽn
- 2) **BESS phía nguồn: xả** lên lưới khi lưới có đủ dung lượng
- 3) **BESS phía tải: sạc** khi tải thấp hơn sản lượng các nguồn và lưới có khả năng truyền tải
- 4) **BESS phía tải: xả** để đáp ứng nhu cầu tải đỉnh khi lưới tắc nghẽn



BESS phía Nguồn

BESS phía tải

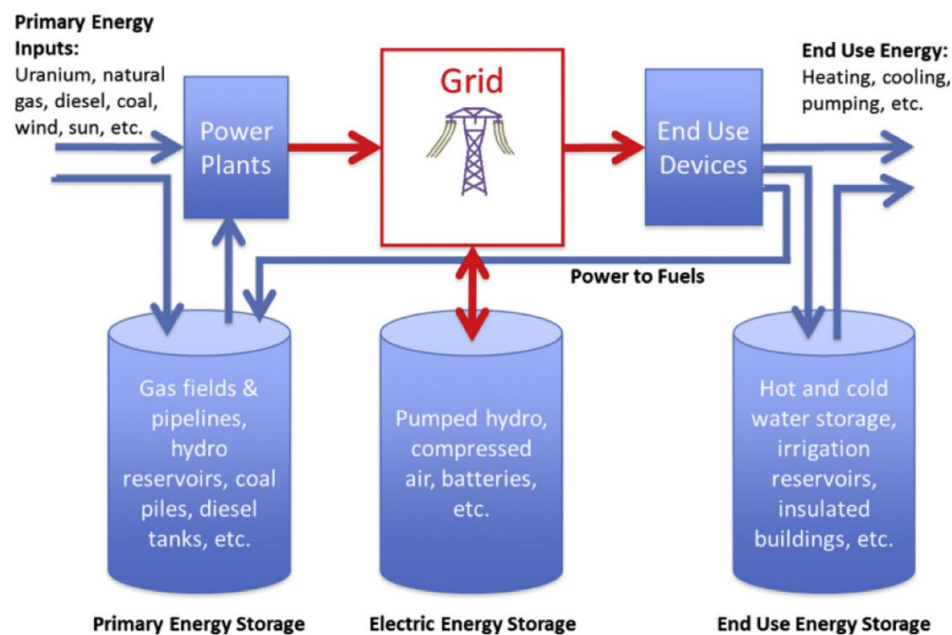


2. Nền tảng của Hệ thống tích trữ năng lượng

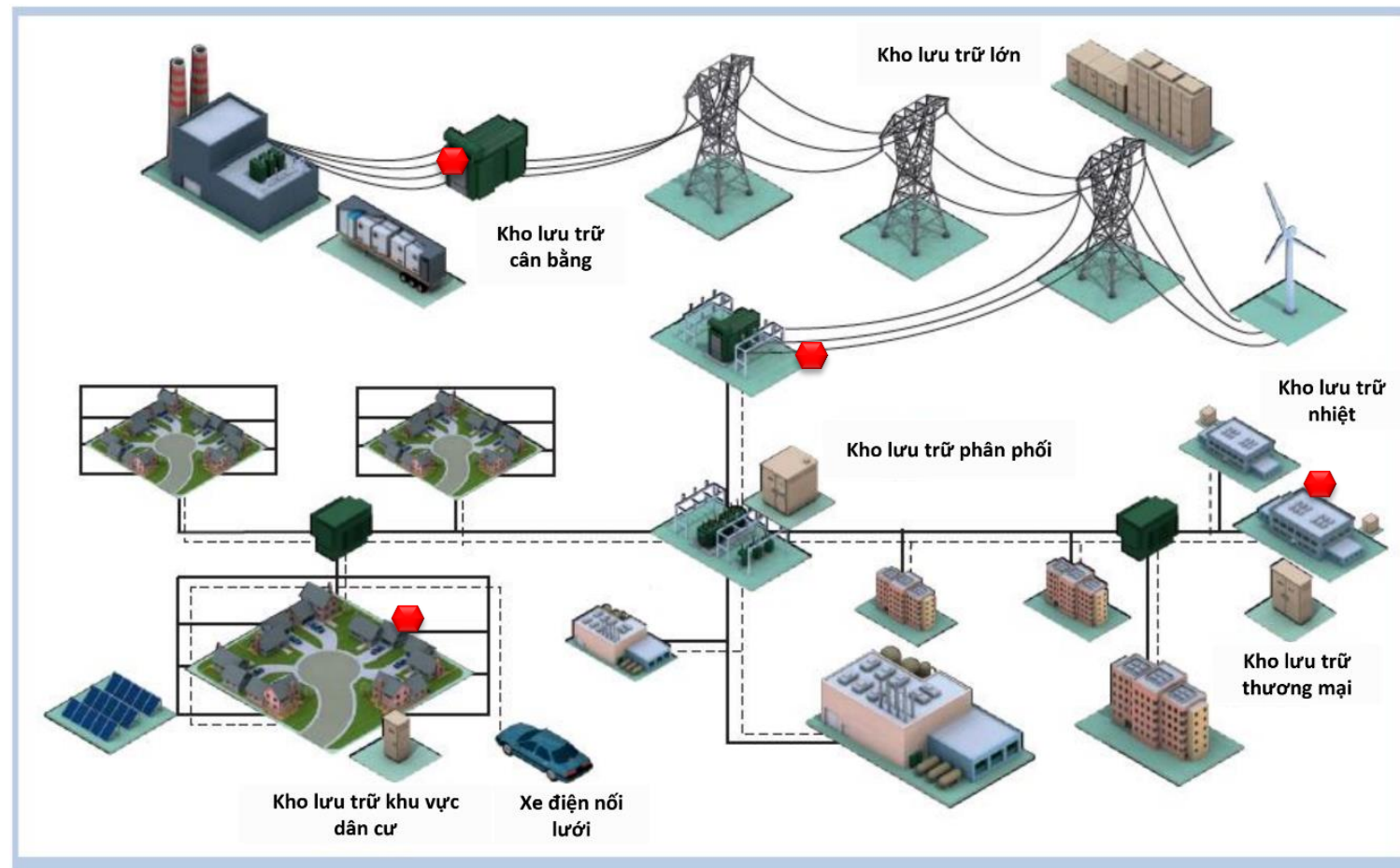
“VỊ TRÍ VÀ KÍCH THƯỚC LƯU TRỮ BESS”

Tổng công suất đặt BESS thế giới (2024):

- 205 GWh (tăng 53%), phần lớn Lithium – ion.
- Trung Quốc chiếm 67% tổng BESS thế giới, sau đó là Canada và Mỹ.



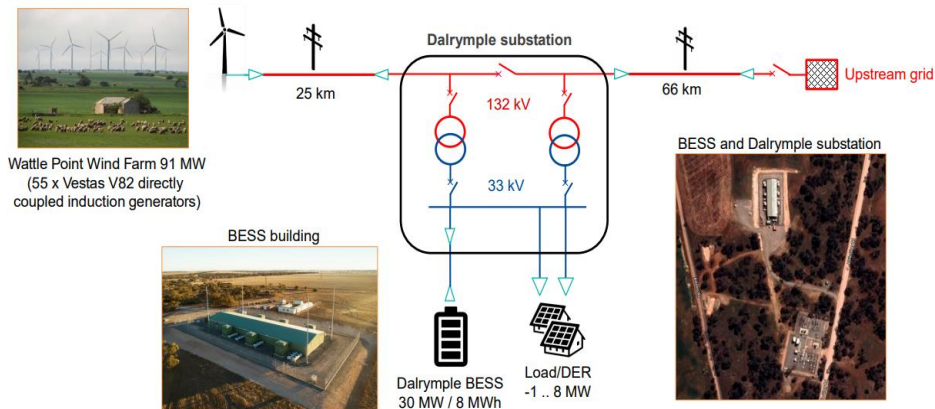
Tổng quát vị trí và loại hình các nguồn lưu trữ lớn [Papaefthymiou, 2016]



Vị trí của hệ thống lưu trữ là rất quan trọng và có một số tiêu chí trong việc lựa chọn vị trí cần được xem xét, như ESS độc lập hay ESS kết hợp NLTT

3. Kinh nghiệm quốc tế: Dự án BESS tại Úc có lợi nhuận

“BÀI HỌC CÔNG NGHỆ TỪ TRẠM 30MW/8MWh ESCRI ELECTRANET Ở ÚC”



Trạm 30MW/8MWh ElectraNet là một nghiên cứu điển hình cho các hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) sử dụng máy phát điện đồng bộ quản tính ảo tiên tiến

Sự thành công của dự án dựa trên tinh thần đổi mới

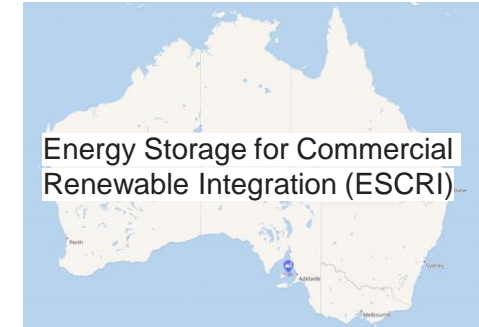
Đổi mới thực sự từ phát triển mô hình thương mại đầu tiên để hỗ trợ cung cấp dịch vụ bảo mật đạt độ tin cậy cao trong thị trường điện

Điều chỉnh các quy trình đăng ký, cấp phép, kết nối với cơ quan quản lý

Phát triển lưới điện nhỏ có quy mô lớn nhất, đồng thời tối ưu hóa cho cả hoạt động nối lưới và vận hành trên lưới điện nhỏ với 100% năng lượng tái tạo

BESS được thiết kế và ủy thác để cung cấp các dịch vụ sau, theo thứ tự ưu tiên:

- Vận hành tách đảo
- Đáp ứng tần số nhanh (FFR)
- Hỗ trợ lưới
- Dịch vụ phụ trợ kiểm soát tần số (FCAS)
- Kinh doanh chênh lệch giá năng lượng



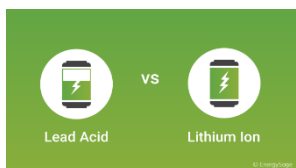
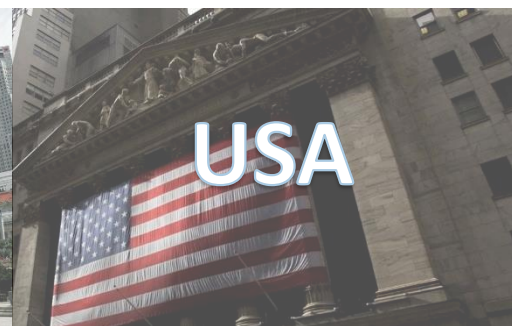
Nguồn doanh thu chủ yếu của trạm BESS đến từ

- Dịch vụ Điều chỉnh tần số (FCAS)
- Giao dịch chênh lệch giá năng lượng

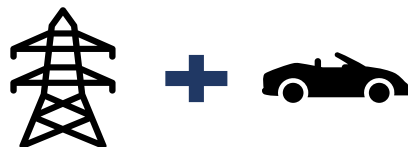
Trong số đó, phần lớn doanh thu kiếm được từ BESS là thông qua việc cung cấp các dịch vụ FCAS.

(2 years: \$12 million)

3. Kinh nghiệm quốc tế: Phát triển công nghệ và thị trường ESS



Phối hợp giữa pin Li-ion và Lead Acid có thể là lựa chọn tốt



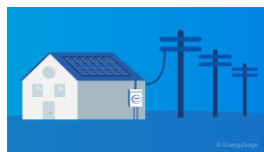
Ưu tiên hợp tác với các hãng oto để phát triển công nghệ lưu trữ



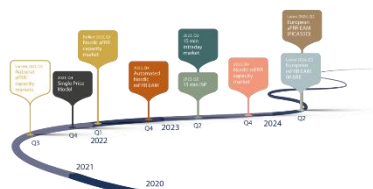
Nghiên cứu và phát triển cần được chú trọng đầu tư



Cần kết hợp linh hoạt nhiều loại công nghệ như hydrogen, vehicle-to-grid,...



Lưu trữ sau công tơ (BTM) là cơ chế quan trọng cần được đẩy mạnh



Một lộ trình được chuẩn hóa là điều kiện cần thiết cho sự phát triển lưu trữ



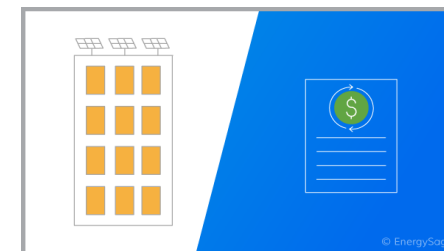
Xây dựng các Testbed



Cần chú trọng phân tích các mô hình kinh tế - kỹ thuật



Cần phát triển các trung tâm kiểm định và cấp phép



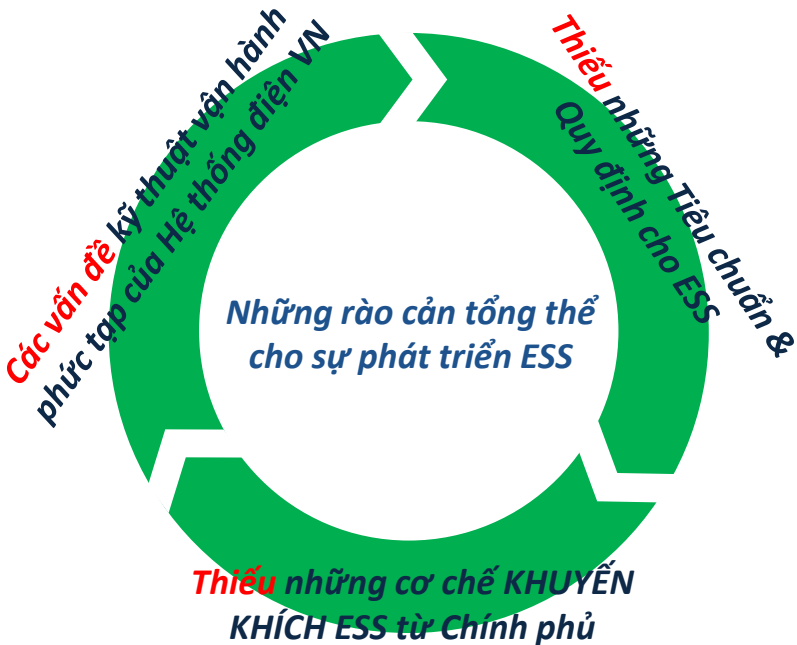
Cần phát triển chương trình khuyến khích và trợ giá khác nhau để giúp thu hồi vốn cho các công ty, đặc biệt từ lĩnh vực tư nhân

4. Bối cảnh Việt Nam: NLTT cần Lưu trữ hỗ trợ

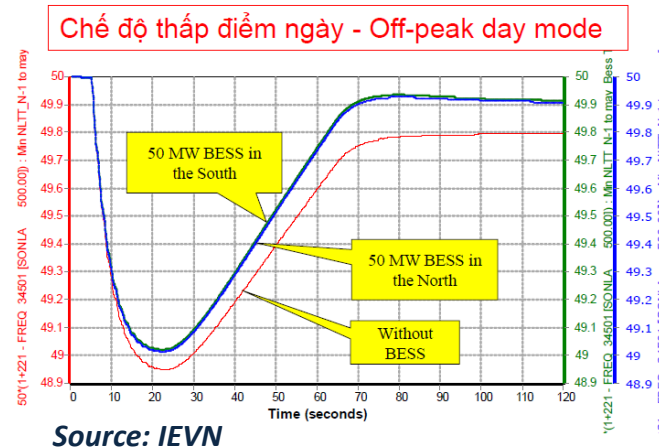
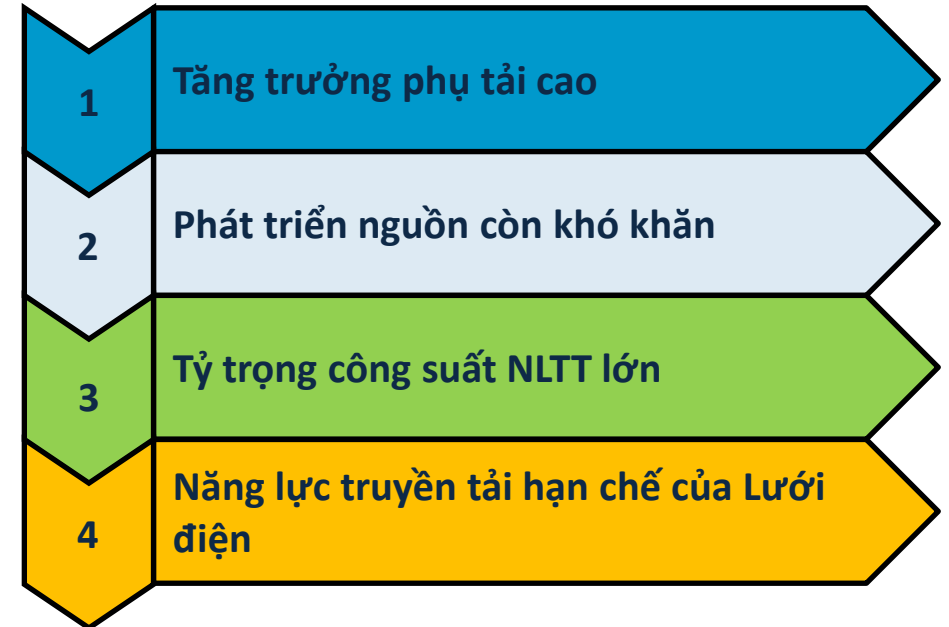
TIỀM NĂNG, THÁCH THỨC, RÀO CẢN CHO PHÁT TRIỂN ESS

Tình hình phát triển NLTT ở Việt Nam

Tăng trưởng kinh tế nhanh, giảm phát thải khí nhà kính và tăng cường an ninh năng lượng, là những điều kiện thúc đẩy phát triển NLTT ở Việt Nam, tạo điều kiện cho triển khai Lưu trữ



Những rào cản kỹ thuật trong Hệ thống điện VN



Source: IEVN

Tiềm năng hỗ trợ ổn định tần số.
Sự cố mất 1 tổ máy 1050 MW tại Ô Môn:
 - Nếu không có BESS: tần số hệ thống giảm nhanh xuống dưới 49 Hz, không đảm bảo tiêu chuẩn theo Grid code.
 - Có BESS 50 MW: độ sụt giảm tần số được cải thiện, không dưới 49 Hz, đạt yêu cầu.

4. Bối cảnh Việt Nam: Các quy định liên quan dịch vụ phụ trợ

XEM XÉT NHỮNG QUYẾT ĐỊNH, THÔNG TƯ

Quyết định số 63/2013/QĐ-TTg (8/11/2013)

Quy định về tiến độ, điều kiện và cơ cấu ngành điện trong việc xây dựng và phát triển các cấp độ thị trường điện lực ở Việt Nam

Thị trường

Thông tư số 21/2015/TT-BCT (23/6/2015)

Quy định, phương pháp tính giá dịch vụ phụ trợ trong hệ thống điện, trình tự kiểm tra hợp đồng cung cấp dịch vụ phụ trợ

Thông tư số 22/2017/TT-BCT (23/10/2017)

Quy định về khởi động đen

Thông tư số 46/2018/TT-BCT (15/11/2018)

Chỉnh sửa, bổ sung cho Thông tư số 21/2015/TT-BCT(23/6/2015)

Thông tư 11/2025/TT-BCT(1/2/2025): Thay Thông tư 21/2015

Quyết định 106/QĐ-ĐTĐL (14/12/2018)

Quy trình xác định và vận hành dịch vụ phụ trợ

15/VBHN-BCT (07/08/2024)

VBHN thông tư quy định khởi động đen và khôi phục hệ thống điện quốc gia

Giá, cơ chế

Thông tư số 25/2016/TT-BCT (30/11/2016)

Yêu cầu kỹ thuật với hệ thống truyền tải

Thông tư số 39/2015/TT-BCT (18/11/2015&30/12/2022)

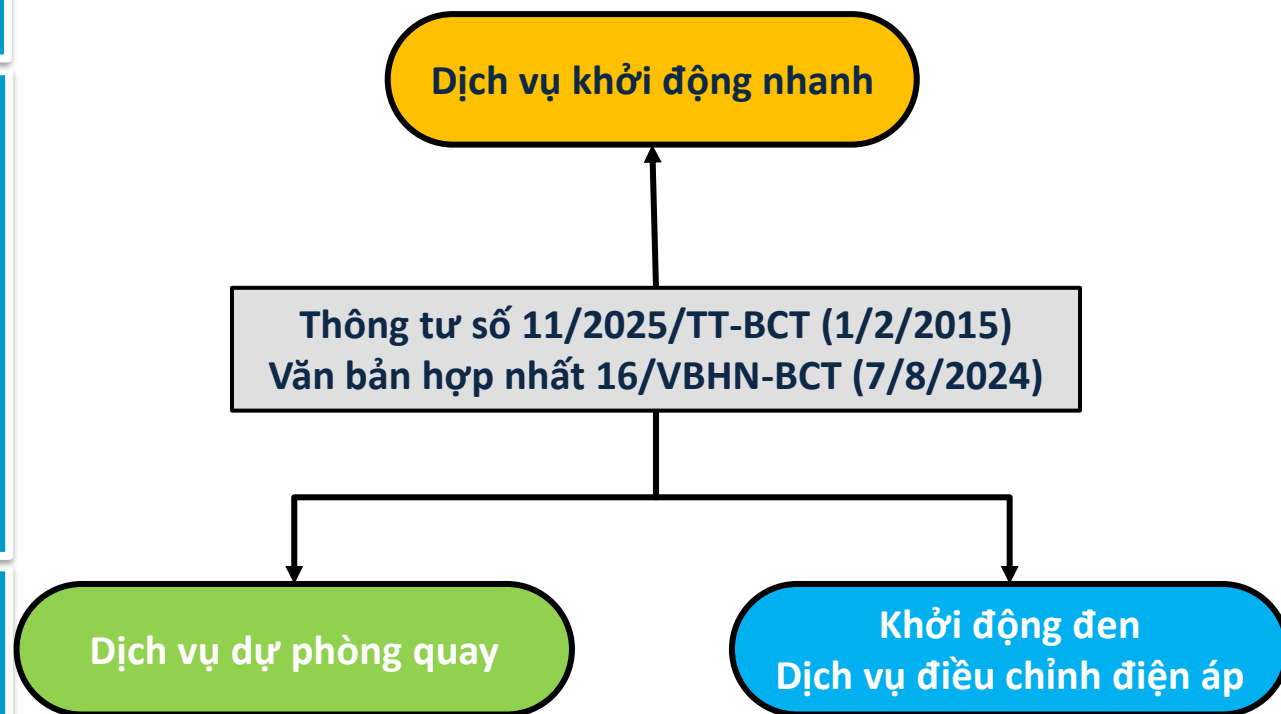
Yêu cầu kỹ thuật với hệ thống phân phối

Thông tư số 30/2019/TT-BCT (18/11/2019)

Sửa đổi yêu cầu kỹ thuật với hệ thống truyền tải

Hợp nhất các văn bản 04/VBHN-BCT (6/1/2023) 16/VBHN-BCT (7/8/2024)

Kỹ thuật

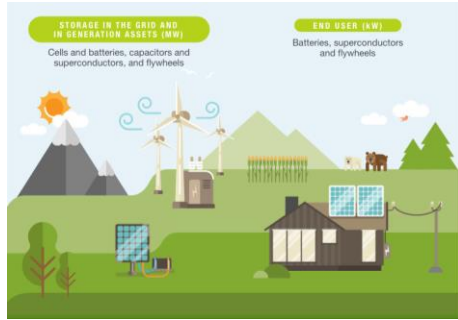


Thông tư trên có thể làm cơ sở đưa ra các phương pháp xác định giá dịch vụ phụ trợ cung cấp từ hệ thống lưu trữ

Tuân theo những quyết định và thông tư này nếu Lưu trữ tham gia thị trường điện/ thị trường dịch vụ phụ trợ trong hệ thống điện Việt Nam

5. Các bước đi cần thiết: Xây dựng thị trường

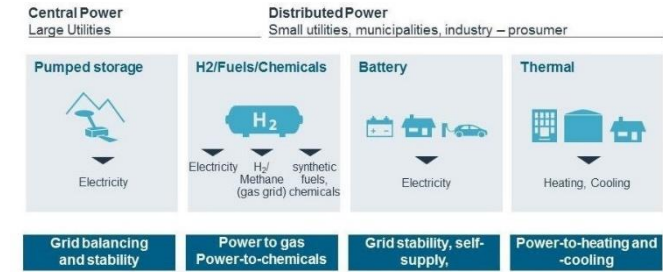
MỘT LỘ TRÌNH LÀ CẦN THIẾT ĐỂ PHÁT TRIỂN CHÍNH SÁCH TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG CHO NLTT



Bước 1: Tạo nhận thức về các loại hình và vai trò của lưu trữ



Bước 2: Kết nối, trao đổi các bên liên quan (doanh nghiệp, tiêu chuẩn, vận hành)



Bước 3: Xác định loại hình Lưu trữ, ứng dụng phù hợp



Bước 4: Đánh giá giá trị của toàn hệ thống, lựa chọn phương án tốt nhất



Bước 6: Thực hiện kế hoạch với bên liên quan



Bước 5: Xác định những thách thức để áp dụng ESS trong các ứng dụng ưu tiên cao



Quy trình thu hút và hướng dẫn các bên liên quan trong việc phát triển các chính sách tích trữ năng lượng cho NLTT

5. Các bước đi cần thiết: Ngắn-Trung-Dài hạn

KHUYẾN NGHỊ VỀ LỘ TRÌNH CHO BESS

S: Ngắn hạn
M: Trung hạn
L: Dài hạn

Danh mục

Khuyến nghị & Thời gian

| | |
|-------------------------|---|
| Phát triển công nghệ | <ul style="list-style-type: none">• Hỗ trợ nghiên cứu các công nghệ ESS có liên quan (S-M-L)• Phát triển các test-bed (S) (QĐ 1009/QĐ-TTg 31/08/2023 JETP, Phụ lục II: thí điểm)• Nghiên cứu tính Kinh tế - Kỹ thuật một cách chi tiết cho ESS (S-M) |
| Quy định | <ul style="list-style-type: none">• Xem xét các chính sách, quy định về thị trường điện (S-M)• Tinh chỉnh các tiêu chuẩn quy chuẩn về ESS (S)• Xem xét các chính sách và quy định về tái chế và thanh lý khi ESS ở cuối vòng đời (M) |
| Phát triển hệ sinh thái | <ul style="list-style-type: none">• Phát triển cổng thông tin một cửa cho thông tin liên quan đến ESS (S)• Phát triển trung tâm Kiểm tra và Chứng nhận (M)• Hỗ trợ phát triển các cơ sở tạo mẫu cho các ESS (M)• Phát triển cơ sở hạ tầng thông tin liên lạc liên quan tới ESS (S-M)• Điều chỉnh các chương trình giảng dạy ESS có liên quan, phát triển các chương trình đào tạo (S) |

Kết luận

Môi trường pháp lý thuận lợi: tạo điều kiện cho sự phát triển công nghệ đa dạng loại hình lưu trữ

Ứng dụng của lưu trữ trong hệ thống điện: xác định công suất và vị trí phù hợp để tối ưu hóa tốt nhất lợi ích kỹ thuật và cải thiện tính khả thi về kinh tế cho lưu trữ

Tiêu chuẩn đấu nối lưới điện hoàn thiện: bao gồm các hướng dẫn về điều khiển và vận hành lưu trữ

Các dự án thí điểm: xác định tính khả thi kỹ thuật và các mô hình kinh doanh

Nghiên cứu khoa học: tạo ra đổi mới công nghệ và xây dựng thị trường nội địa để sản xuất và vận hành lưu trữ cho các công ty của Việt Nam

Lưu trữ được đề cập chi tiết trong các quy hoạch điện quốc gia, của địa phương: Tạo hành lang để lưu trữ hỗ trợ NLTT, giúp Việt Nam đạt được các mục tiêu phát triển bền vững

Xây dựng cơ chế hợp tác với các bên liên quan: các công ty nhà nước, tổ chức tư nhân, các công ty tư vấn, nghiên cứu... để tăng cường sự phát triển của lưu trữ tại Việt Nam

Reference

- [1] V. Ministry of Industry and Trade, "No. 1931/BCT-DL Proposed additions to wind power project planning," Hanoi, 2020.
- [2] S. Consulting, "Assessment of Potential Energy Storage Alternatives for Project 2015A in Peabody, Massachusetts," Clean Energy Group, Massachusetts Climate Action Network, 2021.
- [3] E. a. S. D. O. USAID/Vietnam, "Vietnam low emission energy program (V-LEEP) - Technical report: energy storage study," June 2019.
- [4] G.-I. E. C. G. (intec), "Power System Study on Application of Battery Energy Storage System for Primary Frequency Control and Regulation in the Viet Nam Power System," Asian Development Bank (ADB), June 2020.
- [5] G. E. I. I. GE Energy Consulting, "Feasibility Study on the National Load Dispatch Center Energy Storage Project," The U.S. Trade and Development Agency, Oct 2020.
- [6] T. B. A. A. National Renewable Energy Laboratory, Owen Zinaman, "An Overview of Behind-The-Meter Solar-Plus-Storage Regulatory Design," March 2020.
- [7] I. R. E. A. (IRENA), "Renewables And Electricity Storage - A Technology Roadmap for REmap 2030," IRENA, June 2015.
- [8] NREL, "Policy and Regulatory Environment for Utility-Scale Energy Storage: India," 2020.
- [9] N. T. University, "Energy Storage Systems Technology Roadmap for Singapore," Oct 2020.
- [10] T. Tetsuji, "Policies and Regulations for Electricity Storage in Japan," in International Energy Storage Policy and Regulation Workshop, Düsseldorf, March 2014.
- [11] W. Eichhammer, "Energy Storage in Germany – Present Developments and Applicability in China," Sino-German Energy Partnership, Beijing, Aug 2020.
- [12] H. A. P. GRIDS, "Grid Forming Energy Storage Webinar - ElectraNet," 2020.
- [13] X. S. Q. X. Y. D. Y. Hua, "Voltage/Frequency Deviations Control via Distributed Battery Energy Storage System Considering State of Charge," Applied Sciences, vol. 9, no. 6, p. 1148, 2019.
- [14] "Designing Buildings Wiki-Build, own, operate and transfer (BOOT)," 9 Mar 2021. [Online]. Available: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Build,_own,_operate_and_transfer_\(BOOT\)](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Build,_own,_operate_and_transfer_(BOOT)). [Accessed June 2021].
- [15] B. S. M. B. G. Jenny Heeter, "International Best Practices for Implementing and Designing Renewable Portfolio Standard (RPS) Policies," NREL, 2019.
- [16] I. R. E. Council, "An Energy Storage Guide For State Policymakers," April 2017.
- [17] Pulazza, G., Zhang, N., Kang, C., & Nucci, C. A. , "Transmission planning with battery-based energy storage transportation for power systems with high penetration of renewable energy," IEEE transactions on power systems, vol. 36, no. 6, pp. 4928-4940, 2021.
- [18] Nanou, S. I., & Psarros, G. N., "Optimal dispatch of BESS-fed virtual power lines under transmission congestion and bulk renewable generation," Electric Power Systems Research, vol. 229, 2024.
- [19] <https://nangluongvietnam.vn/phat-trien-he-thong-luu-tru-nang-luong-viet-nam-nen-tiep-can-theo-huong-nao-32944.html>
- [20] Ferrucci T., Fioriti D., Poli D., Barberis S., Roncallo F., Gambino V., 2025. Battery energy storage systems for ancillary services in renewable energy communities. Appl. Therm. Eng., 260, 124988, 2025
- [21] Dong, Z.; Tao, Y.; Lai, S.; Wang, T.; Zhang, Z. Powering Future Advancements and Applications of Battery Energy Storage Systems Across Different Scales. Energy Storage Appl. 2025, 2, 1.